

DAQFactory – fabryka sterowana modułami LabJack

Sterowanie produkcją w XIX-wiecznej manufakturze polegało na podrzucaniu węgla do maszyn parowych i zakręcaniu kurków instalacji ciśnieniowych.

Czynności te wykonywane bezpośrednio przez ludzi nie były lekkie - węgiel swoje ważył, a kurki lekko się nie obracały. Dzisiaj produkcją może sterować dyspozytor z poziomu domowego komputera. Siedząc wygodnie w fotelu i naciskając delikatnie przyciski klawiatury uruchamia olbrzymie silniki, siłowniki, zawory itp. w fabryce odległej o setki kilometrów.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) – tym akronimem są określane systemy automatyki sterowania i nadzoru produkcji. Znajdują zastosowanie niemal we wszystkich rodzajach zakładów produkcyjnych, na przykład w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym, chemicznym, dziewiarskim, etc, etc. W systemach SCADA wykorzystywane są odpowiednio zaprojektowane moduły zbierające dane o bieżącym stanie procesu. Dołączane są do nich wszelkiego rodzaju czujniki wielkości

nielektrycznych, takich jak ciśnienie, temperatura, przemieszczenie, przyspieszenie, czujniki światła, detektory promieniowania i wiele innych. Dane te trafiają za pośrednictwem różnych mediów do komputera, na którym jest zainstalowane oprogramowanie SCADA umożliwiające przejrzystą wizualizację procesu produkcyjnego, a także sterowanie nim. Oprogramowanie takie zwykle dba o zachowanie od-

powiednich warunków bezpieczeństwa sterowania oraz tworzy logi zawierające informacje o zmianach wskazań przyrządów pomiarowych i nastaw poszczególnych sterowników. Logi te mogą być archiwizowane.

Moduł UE9 PRO

Amerykańska firma LabJack jest producentem wielofunkcyjnych modułów akwizycji danych przeznaczonych m.in. do zastosowań w systemach SCADA. Jednym z takich modułów jest UE9 PRO, którego podstawowe parametry techniczne umieszczono w tabeli 1.

Moduł UE9 PRO komunikuje się z komputerem przez interfejs USB lub Ethernet. Producent łączy do swoich wyrobów dedykowany dla nich program LJControlPanel. Program ten jest przeznaczony do monitorowania i regulacji sygnałów we/wy, a także do konfigurowania portu ethernetowego. Interfejs USB modułów LabJack nie ma izolacji galwanicznej. Jego masa jest połączona z masą układów we/wy, o czym należy pamiętać przy projektowaniu systemu sterowania. Masa jednego z gniazd śrubowych – SGND jest połączona z masą GND modułu przez samorozbijający się bezpiecznik elektroniczny. Rozwiązanie to zastosowano w celu zabezpieczenia modułu przed możliwością uszkodzenia w przypadku dołączenia urządzeń zasilanych z innej fazy.



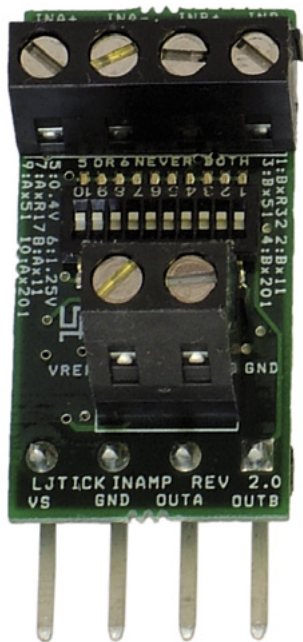
Dodatkowe informacje:

Egmont Instruments

ul. Chłodna 39 pawilon 11, 00-867 Warszawa
tel. 22 850 62 05, 692 50 17 50
faks 22 654 02 48, www.egmont.com.pl
e-mail: egmont@egmont.com.pl

Tabela 1. Podstawowe parametry modułu UE9 PRO

Wejścia analogowe	14 o rozdzielczości 12...16 bitów zależnej od szybkości; 24-bitowy ADC Low-Speed o efektywnej rozdzielczości 20 bitów
Zakres napięć wejściowych	± 5 V lub 0...5 V
Wyjścia analogowe	2 (12-bitowe DAC)
Zakres napięć wyjściowych	0...5 V
Liczba wejść cyfrowych	23
Liczniki	2 32-bitowe
Układy czasowe	6 (Pulse Timing, PWM Output, Quadrature Input, ...)
Obsługa interfejsów komunikacyjnych	SPI, I ² C, UART (tylko master)
Maksymalna szybkość strumienia danych	ponad 50 kHz (w zależności od rozdzielczości)
Czas odpowiedzi	<1,5 ms
Interfejsy	USB 2.0 Full Speed Ethernet 10Base-T
CPU	Podwójny procesor 168 MHz
Zasilanie	USB, zewnętrzne: gniazdo DC lub VEXT
Wymiary	75×185×30 mm
Zakres temperatury pracy	-40...+85°C



Fotografia 1. Moduł 2-kanalowego wzmacniacza instrumentalnego

Dołączenie sygnałów we/wy do modułu jest realizowane za pośrednictwem gniazd z zaciskami śrubowymi oraz gniazd DB (15- i 37-pinowych). Wszystkie gniazda śrubowe są wykonane zgodnie ze standardem LabJack, tzn. zawierają wyprowadzenie masy i zasilania oraz dwóch sygnałów (np. wejść AINx, wyjść DACx lub portów we/wy FIOx). Do tych gniazd mogą być bezpośrednio dołączane moduły opisane w EP5/2012. Jeden z nich, dwukanałowy moduł wzmacniaczy pomiarowych, przedstawiono na **fotografii 1**. Dane cyfrowe mogą być również zbierane za pośrednictwem portów komunikacyjnych USB (gniazdo USB typu B) i Ethernet (gniazdo RJ-45).

Gniazdo DB37 zawiera 3 linie adresowe przeznaczone do wybierania modułu. W ten sposób, po zastosowaniu odpowiedniej liczby

Tabela 2. Podstawowe parametry modułu U6 PRO	
Wejścia analogowe	14 o rozdzielczości 16...18 bitów zależnej od szybkości; 24-bitowy ADC Low-Speed o efektywnej rozdzielczości 22 bitów
Wzmocnienie wbudowanego wzmacniacza instrumentalnego	$\times 1$, $\times 10$, $\times 100$
Zakres napięć wejściowych	± 10 V, ± 1 V, $\pm 0,1$ V
Wbudowany czujnik temperatury CJC	
Wyjścia prądowe	2 (200 μ A i 10 μ A)
Wyjścia analogowe	2 (12-bitowe DAC 0...5 V)
Liczba wejść/wyjść cyfrowych	20
Liczniki	2 32-bitowe
Układy czasowe	4 (Pulse Timing, PWM Output, Quadrature Input, ...)
Obsługa interfejsów komunikacyjnych	SPI, I ² C, UART (tylko master)
Maksymalna szybkość strumienia danych	50 kHz (w zależności od rozdzielczości)
Czas odpowiedzi	<1 ms
Interfejsy	USB 2.0 Full Speed Ethernet 10Base-T
CPU	Podwójny procesor 168 MHz
Zasilanie	USB, zewnętrzne: gniazdo DC lub VEXT
Wymiary	75×185×30 mm
Zakres temperatury pracy	-40...+85°C

modułów UE9 PRO aplikacja użytkowa może obsługiwać aż 112 linii analogowych. Sygnały są przełączane multiplexerem analogowym MAX4051A. Takie rozwiązanie wymaga jednak odpowiedniego mapowania kanałów nawet przy wykorzystywaniu jednego modułu UE9 PRO, ale dba o to zwykle oprogramowanie przeznaczone do tworzenia aplikacji użytkowych. Analogowe sygnały wejściowe są konwertowane do postaci cyfrowej przez wbudowany 24-bitowy przetwornik A/C sigma-delta. Mogą to być zarówno sygnały bipolarne, jak i unipolarne. Do odpowiedniego dopasowania poziomów można stosować dostępne w ofercie LabJack wzmacniacze i dzielniki napięciowe.

Zasilanie modułu może być pobierane z gniazda USB, z gniazda DC, do którego jest dołączany zasilacz wtórczowy, albo z zacisków

śrubowych gniazda VEXT. Dopuszczalne jest też jednocześnie zasilanie modułu z gniazda USB i VEXT, a nawet dołączanie i odłączanie jednego z tych napięć w czasie pracy. Wewnętrzny przełącznik dba, aby moduł był prawidłowo zasilany, jeśli tylko choćby jedno napięcie ma poprawną wartość. Priorytet ma jednak napięcie VEXT, co ma uzasadnienie z powodu ograniczonej wydajności prądowej interfejsu USB. Stan zasilania urządzenia, w tym tryb Low Power, jest sygnalizowany za pomocą diody świecącej.

Naturalnym zastosowaniem modułów UE9 PRO są aplikacje automatyki przemysłowej. Do komunikacji między urządzeniami stosowany jest w nich powszechnie protokół Modbus. Jego implementacja w systemach sterowania bazujących na modułach UE9 PRO jest możliwa przy wykorzystaniu interfejsu USB oraz Ethernet.

REKLAMA

Cleverscope CS328A – przystawka oscyloskopowa do PC

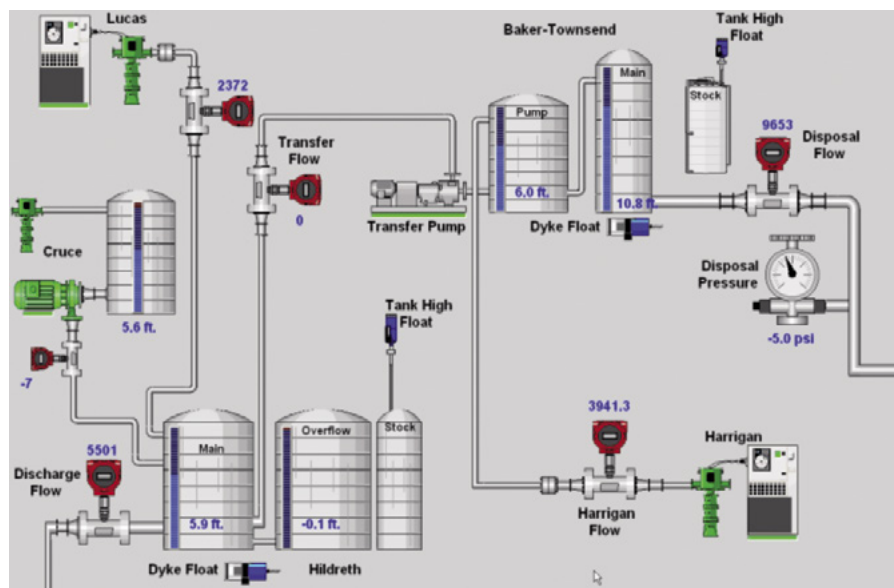
cleverscope

Wyrób był testowany i został opisany w artykule w Elektronice Praktycznej 4/2010

- 2 wejścia BNC
- maksymalne próbkowanie do 100MS/s/kanał
- pasmo DC-100MHz (-3dB)
- rozdzielczość 10, 12 lub 14 bitów
- zakresy napięć ± 20 mV – ± 20 V (sonda $\times 1$)
- sprzęganie wejścia AC, DC, GND
- impedancja wejściowa 1M Ω / 20pF
- zabezpieczenie wejść do 300Vrms
- pamięć 4MS/kanał lub 8MS/kanał
- 8 wejść cyfrowych –16V – +20V
- 1 wyjście generatora sygnałowego
- funkcje: oscyloskop cyfrowy, analizator widma, analizator stanów logicznych
- praca synchroniczna z przystawką
- interfejs USB 2.0 High Speed lub Ethernet 10/100

Egmont

Egmont Instruments, ul. Chłodna 39, pawilon 11, 00-867 Warszawa
tel. 228506205, 692501750, faks 226540248
e-mail cleverscope@egmont.com.pl, <http://www.egmont.com.pl/cleverscope>



Rysunek 2. Przykładowy schemat procesu technologicznego

Moduł U6 PRO

Moduł U6 PRO ma podobną konstrukcję mechaniczną do UE9 PRO, ale różni się kilkoma szczegółami technicznymi. 14 asymetrycznych wejść analogowych może pracować z rozdzielczością od 16 do 18 bitów, w zależności od szybkości próbkowania. Mogą być one skonfigurowane również jako symetryczne, ale wtedy ich liczba jest zmniejszana do 7. Dodatkowy przetwornik ADC charakteryzuje się 22-bitową rozdzielczością efektywną. Dostępny jest wbudowany wzmacniacz instrumentalny o programowanym wzmocnieniu: $\times 1$, $\times 10$ i $\times 100$. Większy niż w UE9 PRO jest też zakres napięć analogowych, które mogą osiągać wartości ± 10 , ± 1 i $\pm 0,1$ V.

W module U6 PRO wbudowano czujnik temperatury CJC oraz dwa źródła prądowe o ustawionej na sztywno wydajności 200 i 10 μ A. Zwiększono też do 20 liczbę wejść cyfrowych. Moduł U6 PRO odznacza się nieco krótszym czasem odpowiedzi wynoszącym 1 ms. Najważniejsze parametry techniczne modułu U6 PRO przedstawiono w tabeli 2.

Do modułów U6 PRO i UE9 PRO oferowane są akcesoria, takie jak: panele zacisków śrubowych, moduły kondycjonujące, sondy pomiarowe, sterownik silnika szczotkowego DC, płytka eksperymentalna z obszarem prototypowym 165 mm $\times$ 56 mm, panel do modułów przekaźników i portów we/wy.

Programy dla modułów LabJack

Przedstawione krótko moduły LabJack mogą być stosowane w aplikacjach wykorzystujących przeznaczone dla nich oprogramowanie, umożliwiające bezpośrednie odczytywanie stanów wejść/wyjść cyfrowych i analogowych, a także programowanie wewnętrznych timerów i liczników. Producent udostępnia:

- LJControlPanel – program do konfiguracji i testowania modułów,
- LJLogUD – prosta aplikacja umożliwiająca zapisywanie na dysku logów zawierających stany maks. 16 kanałów i tworząca wykresy czasowe dla sygnałów o częstotliwości do 10 Hz,
- LJStreamUD – aplikacja podobna do LJLogUD, jednak pracująca w trybie pozwalającym

cym analizować dane o częstotliwości do 80 kHz,

- LJSelfUpgrade – program wykorzystywany do uaktualniania oprogramowania modułów U3/U6/UE9

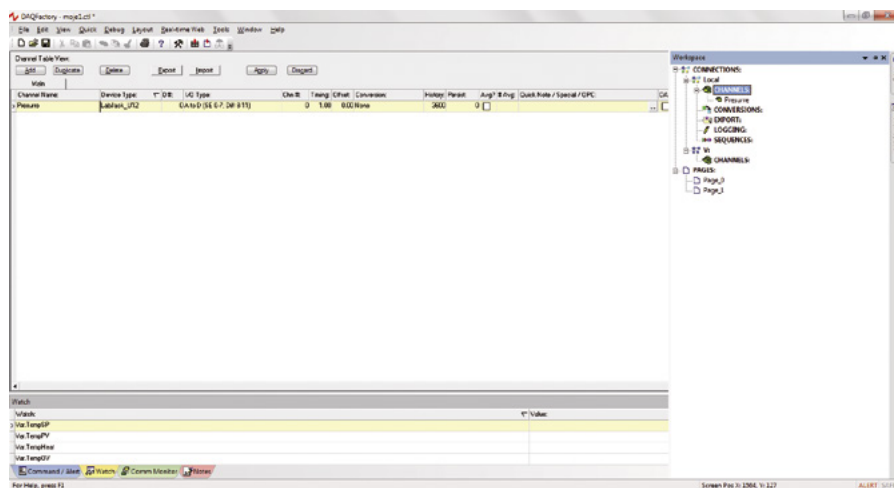
Ponadto, na stronie LabJack udostępniono przykłady prostych aplikacji napisane w różnych językach, przeznaczone dla różnych środowisk (m.in. C, C++, Delphi, Java, FlowStone, LabVIEW, MATLAB, DAQFactory itd.). Dużo przykładów można też znaleźć na forum o modułach LabJack, na którym bardzo aktywnie udziela się wielu doświadczonych użytkowników piszących własne programy.

DAQFactory Express – SCADA dla LabJack'ów

Moduły LabJack z powodzeniem mogą być stosowane w warstwie sprzętowej aplikacji SCADA, nawet bardzo rozbudowanych. Ich cena jest bardzo korzystna w odniesieniu do możliwości, ale na całkowity koszt systemu również znaczący wpływ ma oprogramowanie. Jednym z najlepszych pod względem ekonomicznym rozwiązań jest program DAQFactory, który w wersji Express jest dołączany do modułów LabJack i tylko je obsługuje. Pełną wersję programu można sprawdzić po uprzednim przetestowaniu wersji testowej działającej przez 25 dni bez ograniczeń. Zaletą programu DAQFactory jest możliwość tworzenia Runtime'ów bez żadnych ograniczeń licencyjnych.

Widok dyspozytorni wielkich zakładów przemysłowych, fabryk, kopalni, elektrowni, w których na specjalnych pulpitych sterowniczych są zainstalowane zespoły różnych wskaźników, lampek, przełączników, mierników, manometrów itp. jest zapewne znany Czytelnikom choćby z relacji prasowych i migawek telewizyjnych. Wszystkie te elementy są zwykle uzupełnione przejrzystymi symbolami graficznymi tworzącymi schemat procesu technologicznego realizowanego w danym zakładzie przemysłowym (rysunek 2). Dyspozytor jeszcze przed wprowadzeniem zmiany dowolnego parametru może więc przewidzieć konsekwencje tej operacji dla innych procesów technologicznych. Otrzymuje zresztą natychmiastowe potwierdzenie wpływu dokonanej regulacji w postaci wskazań lampek, wszelkiego rodzaju mierników i sygnalizatorów. Taki sposób sterowania wymaga oczywiście stosowania odpowiednich elementów wykonawczych, takich jak: elektrozawory, siłowniki, silniki krokowe, czujniki położenia i przesunięcia. Są to klasyczne elementy automatyki przemysłowej. Problem polega na stworzeniu systemu potrafiącego koordynować działania wszystkich elementów w czasie rzeczywistym, wykonującego operacje automatycznie z jednoczesnym tworzeniem logów. Przydatną cechą będzie również możliwość symulacji różnych wariantów sterowania.

Taką wirtualną dyspozytornię można stworzyć za pomocą programu DAQFactory i opisanych wyżej modułów LabJack użytych jako

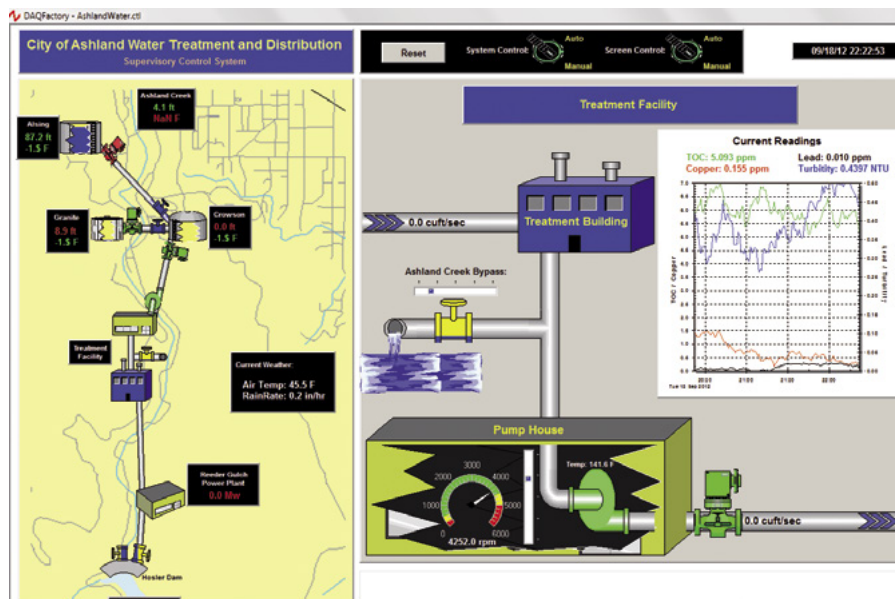


Rysunek 3. Okno robocze programu DAQFactory

interfejsy dla urządzeń wykonawczych, a także zapewniających przesyłanie wszystkich sygnałów sterujących nawet na duże odległości. Jak pokazuje praktyka rozwiązanie takie sprawdziło się już w setkach wdrożonych systemów o niemalym stopniu złożoności.

Interfejs użytkownika programu DAQFactory przypomina typowe środowisko programistyczne (**rysunek 3**). Można w nim wyróżnić kilka charakterystycznych elementów, takich jak: pasek menu, pasek narzędzi, pasek stanu, zakładki wyświetlające bieżące komunikaty, wartości zmiennych, wiadomości z portów komunikacyjnych itp. Elementy aplikacji w postaci symboli graficznych są umieszczane w obszarze roboczym. Parametry każdego z nich są wprowadzane i edytowane po wywołaniu karty z właściwościami. Programista ma do dyspozycji kilka rodzajów obiektów. I tak kanały (*Channels*) reprezentują w programie fizyczne sygnały występujące np. na złączach modułów LabJack. Są to też stany ich liczników i timerów. Istnieje też podobna klasa *Virtual Channels*, jednak obiekty tego typu nie mają odzwierciedlenia w żadnym fizycznym sygnale warstwy sprzętowej aplikacji. Programista może ponadto korzystać z wielu innych obiektów tworzących sieć powiązań logicznych między poszczególnymi elementami aplikacji, wykonujących obliczenia i konwersje, realizujących algorytmy pętli PID, wykonujących skrypty (*Sequences*), a więc krótkie podprogramy pisane w prostym języku programowania. Skrypty są wykorzystywane na przykład do kalibracji urządzeń, monitorowania systemu i wypracowywania odpowiednich decyzji. Sekwencje mogą być równoważne funkcjom lub wyrażeniom, a więc typowym obiektem DAQFactory są alarmy (*Alarms*) monitorujące wyniki wielu parametrów programu i uaktywniające odpowiednie sygnały ostrzegawcze po przekroczeniu zadanych zakresów pracy.

Elementy graficzne aplikacji są umieszczane w obszarze roboczym na tzw. stronach (*Pages*). Pozwala to na przejrzyste dla użytkownika zdefiniowanie paneli sterujących. Przykładowo,



Rysunek 4. Okno aplikacji użytkowej przygotowanej w programie DAQFactory

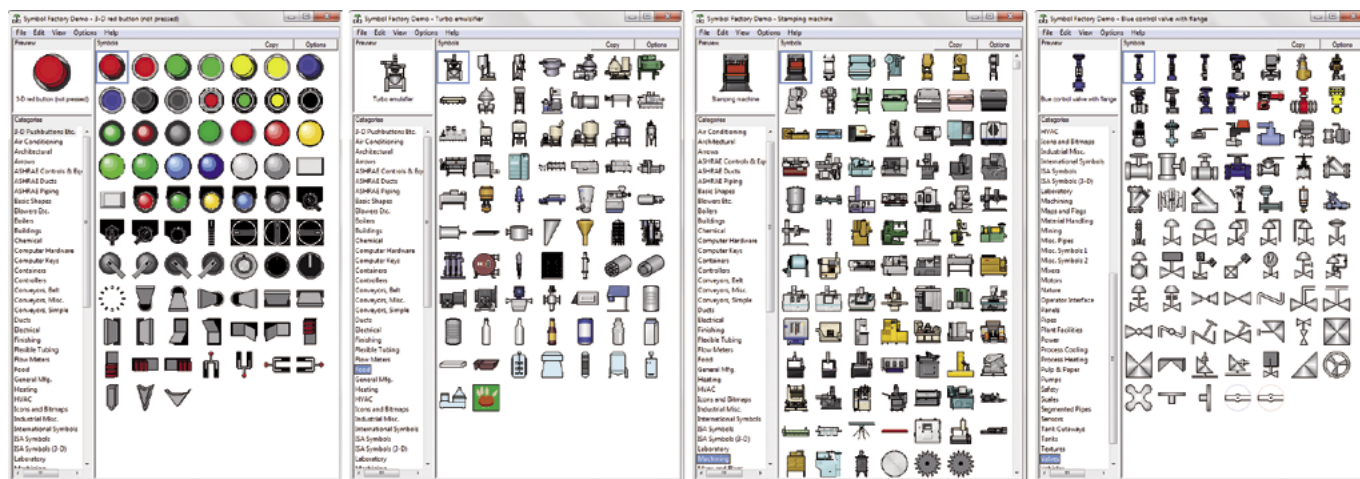
na jednej stronie można zebrać elementy związane z zasilaniem linii produkcyjnej, na drugiej elementy hydrauliki, a na kolejnej wszelkie wskaźniki związane z monitorowaniem procesu – mierniki analogowe i cyfrowe, wykresy itp. Rejestrowanie parametrów wybranego kanału jest niezwykle proste. Wystarczy go wskazać i w oknie właściwości uaktywnić zakładkę „Graph”. Na **rysunku 4** przedstawiono fragment przykładowej aplikacji miejskiej instalacji wodociągowej, w której zastosowano graficzną rejestrację wybranych parametrów. Widoczne na rys. 4 symbole graficzne nie są oczywiście dziełem autora aplikacji. Nie trzeba wykazywać się aż takim talentem plastycznym. Do rysowania schematów można wykorzystywać elementy z biblioteki symboli graficznych dodawanej do programu DAQFactory. Zawiera ona chyba wszystkie rodzaje obiektów, które mogą być potrzebne w każdej aplikacji, niezależnie od jej przeznaczenia. Elementy te pogrupowano według rodzaju i przeznaczenia. Obok niezwykle sugestywnych grafik 3D znajdują się klasyczne symbole stosowane na schematach elektrycznych, hydraulicznych itp.

Interesującą cechą programu DAQFactory jest usługa DAQConnect umożliwiającą podglądanie wartości wskazanych danych za pomocą przeglądarki stron Web. Korzystając z niej użytkownik może także zmieniać wartości parametrów, czyli inaczej mówiąc - zdalnie sterować fabryką.

Podsumowanie

Możliwości programu DAQFactory są ogromne. W krótkim artykule trudno jest przedstawić wszystkie jego zalety. Filozofia programu jest podobna do tej, którą zastosowano w doskonale znanym automatykom LabVIEW, lecz koszt opracowania podobnych aplikacji jest znacznie mniejszy przy zastosowaniu DAQFactory. Program ten może bezpośrednio współpracować z opisanymi modułami LabJack: U6 PRO i UE9 PRO. Inne moduły były już opisywane w EP, i jak mogliśmy się przekonać są to urządzenia o bardzo prostej, ale niezwykle starannie przemyślanej konstrukcji.

Jarosław Doliński, EP



Rysunek 5. Przykładowe symbole graficzne programu DAQFactory